



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 323 565**

⑫ Número de solicitud: 200900579

⑮ Int. Cl.:
G01J 3/44 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **25.02.2009**

⑫ Fecha de publicación de la solicitud: **20.07.2009**

⑫ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
20.07.2009

⑪ Solicitante/s: **Universidad de Cantabria**
Avda. de los Castros, s/n
39005 Santander, Cantabria, ES

⑫ Inventor/es: **Galíndez Jamioy, Carlos Augusto;**
Madruga Saavedra, Francisco Javier;
Ullán Nieto, Ángel y
López Higuera, José Miguel

⑫ Agente: **No consta**

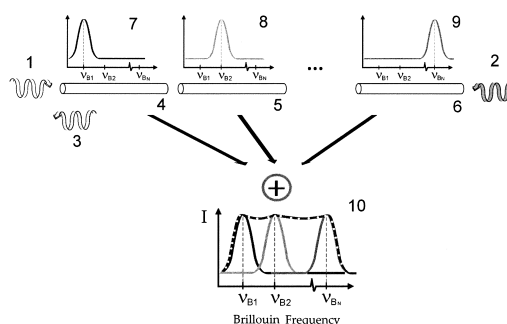
⑮ Título: **Técnica y dispositivo para conformar el espectro de ganancia de Brillouin en guías de onda ópticas.**

⑮ Resumen:

Técnica y dispositivo para conformar el espectro de ganancia de Brillouin en guías de onda ópticas.

Técnica y dispositivo para conformar el espectro de ganancia del efecto Brillouin en guías de onda ópticas (en adelante guías). Inyectando una radiación luminosa o "bombeo" en guías, se puede inducir otra radiación -dispersión (scattering) de Brillouin- centrada en otra frecuencia. Esta dispersión puede ser espontánea o estimulada por otra radiación contra-propagante ("semilla") y amplificarla en la banda espectral de ganancia de Brillouin cuyo perfil depende de las propiedades de la guía y del bombeo.

Esta invención propone la conexión de N guías concatenadas y/o en estrella, bombeadas todas ellas con la/s misma/s fuente/s de bombeo como técnica para conformar la respuesta espectral de Brillouin del conjunto de guías que constituyen el dispositivo base. Puede emplearse en la elaboración de dispositivos y subsistemas ópticos (ópticamente sintonizables o no). Puede implementarse en tecnología de fibra óptica y usarse para amplificación, filtrado, medida y en general, procesamiento de señales ópticas.



ES 2 323 565 A1

DESCRIPCIÓN

Técnica y dispositivo para conformar el espectro de ganancia de Brillouin en guías de onda ópticas.

5 Sector de la técnica

La invención se encuadra en el sector de instrumentación óptica y opto-electrónica para detección y medida. Sirve para desarrollar nuevos dispositivos y subsistemas (ópticamente sintonizable o no) aptos para conformar las características de señales ópticas y desempeñar funciones de amplificación, filtrado y en general, procesado de radiaciones fotónicas, entre otras posibilidades.

Estado de la técnica

Inyectando convenientemente una radiación luminosa o “bombeo” en guías de onda ópticas, se puede inducir otra radiación luminosa centrada en otra frecuencia cuyo espectro es debido al efecto no lineal conocido como “scattering” de Brillouin que, puede traducirse por *dispersión o esparcimiento* (en adelante: dispersión). Dicha dispersión puede ser espontánea o estimulada por otra radiación contra-propagante que puede denominarse “semilla” y producir amplificación en la banda espectral de ganancia de Brillouin, cuyo perfil es dependiente de las propiedades de la guía de onda y de las de la radiación bombeo. Definiendo un bombeo y una guía de onda se obtiene un espectro de ganancia con un perfil dado, que en general es muy estrecho.

La dispersión de Brillouin sobre fibras ópticas es ampliamente utilizada en el área de los sensores distribuidos de parámetros físicos relativos, tales como, el strain, la temperatura y valores asociados, así como en la medida de espectros con resoluciones muy elevadas. Se emplea asimismo en la selección de señales ópticas, modulación electro-óptica y en la elaboración de giroscopios.

La patente europea EP-1-199549-A1 describe un dispositivo que utiliza el efecto de dispersión Brillouin en una fibra óptica para la elaboración de medidas espectroscópicas. La patente norteamericana US004001791 B2 describe un aparato y un método para incrementar la sensibilidad y eficiencia de sistemas de transmisión y procesado sobre fibras ópticas. Por otra parte la patente española ES-2-207417-A1 y la norteamericana US7405820B2 describen el uso de la amplificación óptica mediante el efecto de la dispersión Brillouin combinada con la selectividad espectral que proporciona el propio efecto de dispersión Brillouin como consecuencia de la estrechez de la curva o perfil de ganancia Brillouin en una fibra óptica.

La principal innovación que se incluye en la presente invención es el hecho de conectar ópticamente varios segmentos de guías de onda ópticas (que pueden ser fibras) en la obtención del espectro de ganancia Brillouin. Cada guía de onda óptica puede tener, en general, propiedades y longitudes diferentes.

Se propone la utilización de N guías de onda ópticas concatenadas (en línea o serie) y/o en estrella (en paralelo) todas ellas bombeadas con la/s misma/s fuente/s de bombeo como técnica para conformar la respuesta espectral de Brillouin del conjunto de guías de onda que constituyen, en esencia, el dispositivo base propuesto.

Con esta técnica se pueden lograr bandas espectrales de dispersión Brillouin cuyos perfiles y sus anchos de banda sean conformados a consecuencia de que la respuesta global del dispositivo, resulta de la superposición de todas las ganancias Brillouin del conjunto de guía concatenadas; en un caso dan lugar al dispositivo en sí y en otro caso se puede efectuar la función inversa es decir, una respuesta global descomponerla en N respuestas parciales (caso de conexión en estrella), entre otras posibilidades. De una forma, puede servir para ampliar bandas pasantes y en otro para efectuar funciones de multiplexación o demultiplexación de portadoras (incluso, en ambos casos con capacidad de conferirles sintonía óptica a través del control del bombeo). El hecho de emplear más de una guía de onda óptica, es la principal diferencia en la elaboración y aprovechamiento de la técnica de scattering de Brillouin comparada con las invenciones precedentes en las que emplean una sola fibra óptica.

Objeto de la invención

Por consiguiente, el principal objeto de nuestra invención es proveer de un una técnica y un dispositivo que la implemente, con el fin de incrementar y conformar a voluntad el espectro de ganancia Brillouin en estructuras de guía de onda de luz en general y, en particular, en tecnología de fibras ópticas.

Adicionalmente, con la presente invención se podrá ampliar el ancho espectral de la ganancia Brillouin sobre guías de onda de luz y, con ello, variar la resolución de medida de espectros ópticos por medio de la amplificación óptica usando la dispersión de Brillouin.

Descripción de la invención

El campo óptico que es propagado por una guía de onda, como es el caso de una fibra óptica, interacciona con el medio de acuerdo a las propiedades que tenga el material, tales como, densidad, forma geométrica, estructura física del material, etc. Bajo condiciones propicias de potencia de una onda óptica incidente, que denominaremos “bombeo”, y la longitud del medio de propagación, se produce una respuesta no lineal a través de la propiedad de electrostricción

del material y con carácter espontáneo. Este efecto se presenta como la dispersión del propio campo óptico que interacciona con el medio, hay un intercambio de energía entre el campo eléctrico y la estructura del material que genera una onda contra-propagante cuya frecuencia está desplazada un valor denominado frecuencia de Brillouin (ν_B , valor central del espectro de ganancia de Brillouin), esta señal se conoce como: “Stokes”. Este valor depende tanto del medio como de las características de la luz. Como resultado se obtiene una curva en el espectro de la frecuencia: “ganancia de Brillouin”. Para obtener el fenómeno descrito se requiere de una densidad espacial de potencia óptica elevada, al igual que un alto grado de coherencia. Actualmente esto no implica mayor inconveniente dada la tecnología existente de láseres que emiten potencias de más de 1 W en rangos de longitud de onda que van desde 500 nm hasta 1800 nm. Un ejemplo de este tipo de fuentes de luz son los láseres de materiales semiconductores con cavidad externa.

Este fenómeno también puede ser estimulado usando una señal óptica adicional, que llamaremos “prueba”, de dirección opuesta al bombeo y de igual valor en frecuencia que la señal de Stokes. Así, la intensidad umbral necesaria para la generación del Brillouin se reduce considerablemente. Este procedimiento se conoce como Brillouin estimulado.

Una de las principales características en un sistema basado en el efecto de Brillouin es el ancho de banda (bandwidth) espectral de ganancia Brillouin ($\Delta\nu_B$). Cuyo valor es determinado, entre otros, por sus características físicas, químicas y la estructura del medio en el que se propaga. El ancho de banda es de gran importancia en el diseño de dispositivos ópticos y en el uso de este fenómeno no lineal en las comunicaciones ópticas o en los sensores distribuidos. El ancho de banda en usando ondas continuas tiene valores típicos cercanos a los 40 MHz. (para longitudes de onda de 1500 nm se habla aproximadamente de 0.05 pm). Es de gran utilidad en el momento de hacer una selección muy fina de señales ópticas, pero a la vez es un inconveniente si se desea construir dispositivos tales como amplificadores, filtros, etc. que requieran de un ancho de banda variable, con formas combinadas o simplemente de mayor valor.

La invención consiste en superponer espectros de ganancia Brillouin, que aislados son estrechos; el efecto puede ser tanto de carácter espontáneo como estimulado. Cada espectro corresponde a un segmento de fibra óptica (o bien, cualquier tipo de guía de onda de luz) cuyas características son diferentes unas de las otras.

Para describir el principio se conectan ópticamente N fibras ópticas en serie o como un arreglo de N entradas por N salidas (N es el número de fibras utilizadas en la elaboración del dispositivo óptico). En el caso estimulado se hace inducir solo la señal que sirva de bombeo para obtener el efecto; si es estimulado, se hace incidir una señal que sirva de bombeo y otra señal contra-propagante que sirva de prueba. La longitud de onda de la señal de prueba se modifica para hacer un barrido en el espectro de frecuencia o en longitud de onda con el fin de obtener el espectro resultante que nos da la información del comportamiento de la luz sobre el conjunto de fibras ópticas. Ahora bien, la curva de ganancia de Brillouin total se obtiene tanto de variar la longitud de onda del bombeo, dejando fija la prueba, como variando la longitud de onda de la prueba y fijando el bombeo. La técnica aquí propuesta es indiferente a que la variable sea el bombeo o la prueba; de modo que partiendo de éste se pueden desarrollar dispositivos ópticos activos que filtren o amplifiquen una señal determinada que caiga en el espectro que resulta del conjunto de fibras.

Además, la técnica aquí explicada brinda la facilidad de construir un espectro de ganancia Brillouin con características especiales que son determinadas por el conjunto de guías de onda ópticas empleadas; esto quiere decir que, aparte de incrementar su ancho de banda, también se puede, por ejemplo, crear ventanas de frecuencia ubicadas en una frecuencia o longitud de onda determinada por el constructor del dispositivo basado en este principio. Estas ventanas son vistas como “elimina banda”, en las que la ganancia de Brillouin será mínima.

Dado que el efecto de Brillouin es un fenómeno que depende de parámetros físicos, entre los que se cuenta la densidad del material con el que interacciona la luz, al aplicar una fuerza sobre el citado material en sentido paralelo a la propagación de la luz, éste se elongará y sufrirá una variación en su densidad y por consiguiente, un desplazamiento de la frecuencia de Brillouin. Usando esta facilidad para desplazar la frecuencia de Brillouin de su punto inicial, a un espectro ensanchado con nuestro método se le puede abrir una ventana de frecuencia aplicando una fuerza longitudinal a la guía de onda. De esta forma, se puede manipular la curva de ganancia Brillouin resultante.

Además de tensiones longitudinales, la frecuencia de Brillouin es sensible a la temperatura del medio, con lo que el espectro de ganancia Brillouin global puede también ser modificado combinando la temperatura a la que se somete la guía de onda.

Descripción de las figuras

Para una mejor comprensión de la técnica y del dispositivo de invención se presentan una descripción detallada de los métodos y un ejemplo de realización con referencia a las figuras explicativas en las que:

Figura 1: Muestra un esquema del concepto físico, donde se observa la superposición de los espectros de ganancia Brillouin (7, 8 y 9) de N ($N \geq 2$) fibras diferentes (4, 5 y 6) conectadas ópticamente en serie, o que es lo mismo: concatenadas, con longitudes L_n no necesariamente iguales. Las señales ópticas involucradas en la generación del efecto Brillouin son: “pump” (bombeo) (1), “probe” (semilla) (2) y “backscattering” (retrodispersión) (3).

Figura 2: Muestra un esquema del concepto físico, donde se observa la superposición de los espectros de ganancia Brillouin (14, 15 y 16) de N fibras diferentes (11, 12 y 13) ubicadas en paralelo, con longitudes L_n no

necesariamente iguales. Las señales ópticas involucradas en la generación del efecto Brillouin son: “pump” (bombeo) (1), “probe” (semilla) (2) y “backscattering” (retrodispersión) (3). Estas señales son introducidas y extraídas en las guías de onda ópticas a través de dispositivos ópticos $1 \times N$ (18) y $N \times 1$ (19).

Figura 3.1: Muestra un esquema general de un posible método de realización del dispositivo. Las señales de bombeo (20) y prueba (21) entran al dispositivo de invención (26), la señal óptica resultante es retro-dispersada (24).

Figura 3.2: Muestra un esquema general de un posible método de realización del dispositivo en estrella (o paralelo) en los que hay M dispositivos, que pueden tener M entradas ($M \geq 1$) (27) de bombeo y M entradas de prueba (28). En el caso de Brillouin espontáneo no es necesario tener señal de prueba. Las señales de bombeo (20) y prueba (21) entran al dispositivo de invención (26), la señal óptica resultante es retro-dispersada (24).

Figura 4.1: Muestra una posible manera de realización del dispositivo de invención (26). Las guías de onda ópticas (29) son ubicadas en serie y concatenadas por medio de conexiones ópticas (30).

Figura 4.2: Muestra una posible forma de realización del dispositivo de invención (26). Las guías de onda ópticas (29) (o dispositivos de invención 26) son ubicadas en paralelo, concatenadas por medio de conexiones ópticas (30). Las señales ópticas de prueba y bombeo entran y salen del dispositivo a través de dispositivos ópticos $1 \times N$ (31) y $N \times 1$ (32). La figura de la derecha muestra la opción sin dispositivo (32) que corresponde al caso espontáneo.

Figura 5.1: Muestra una posible manera de realización del dispositivo de invención (26). Las guías de onda ópticas (29) son ubicadas en serie y conectadas ópticamente (30). La frecuencia Brillouin de cada fibra óptica (29) (o dispositivo de invención 26) puede ser desplazada al variar la temperatura (34) de la fibra.

Figura 5.2: Muestra una posible forma de realización del dispositivo de invención (26). Las guías de onda ópticas (29) son ubicadas en paralelo, conectadas ópticamente (30). Las señales ópticas de prueba y bombeo entran y salen del dispositivo a través de los dispositivos ópticos $1 \times N$ (31) y $N \times 1$ (32). La frecuencia Brillouin de cada fibra óptica (29) puede ser desplazada al variar la temperatura (33) de la fibra. La figura de la derecha muestra la opción sin dispositivo (31) que corresponde al caso espontáneo para el que no se requiere necesariamente el dispositivo (32).

Figura 6.1: Muestra una posible manera de realización del dispositivo de invención (26). Las guías de onda ópticas (29) son concatenadas por medio de conexiones ópticas (30). La frecuencia Brillouin de cada fibra óptica (29) puede ser desplazada al variar la tensión longitudinal (34) aplicada sobre la fibra.

Figura 6.2: Muestra una posible forma de realización del dispositivo de invención (26). Las guías de onda ópticas (29) son ubicadas en paralelo, conectadas ópticamente (30). Las señales ópticas de prueba y bombeo entran y salen del dispositivo a través de dispositivos ópticos $1 \times N$ (31) y $N \times 1$ (32). La frecuencia Brillouin de cada fibra óptica (29) puede ser desplazada al variar la tensión longitudinal (34) aplicada sobre la fibra. La figura de la derecha muestra la opción sin dispositivo (31) que corresponde al caso espontáneo.

Figura 7: Muestra un posible ejemplo de realización y medida del dispositivo de invención (26). Las señales ópticas de bombeo y prueba son obtenidas de un diodo láser (35) y un modulador electro-óptico (36), la separación entre las señales de bombeo y prueba está dada por la frecuencia de modulación (37) y controlada por el voltaje bias (38). Son amplificadas usando un amplificador óptico de erbio (39). El dispositivo de invención (26) está compuesto por 4 fibras ópticas con una longitud L . La señal óptica retro-dispersada es convertida en una señal eléctrica usando un fotodiodo (41). La curva de ganancia Brillouin puede, entre otras, ser medida usando detección heterodina (42).

Figura 8: Muestra de una medida de ganancia Brillouin utilizando el ejemplo de realización del dispositivo de invención descrito en la figura 7.

Un modo de realización de la invención

La presente invención concierne a una técnica y un dispositivo para conformar el ancho espectral de la ganancia Brillouin (10 y 17) basado en la dispersión Brillouin espontánea o estimulada. Comprende una o dos fuentes ópticas (20 y 21) que pueden ser sintonizables, cada fuente debe ser protegida por un dispositivo de bloqueo de señal en sentido inverso (22 y 23) a la salida de la fuente, un dispositivo óptico (25) que permita la entrada de las señales ópticas al dispositivo de invención (26) y que permita igualmente extraer la señal de dispersión (24), como puede verse en la figura 3.

Para las fuentes ópticas (20 y 21) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

i. La señal de bombeo debe tener una densidad de energía suficiente para la generación del efecto Brillouin en el dispositivo de invención.

ii. La señal de prueba debe tener una densidad energética suficiente para estimular el efecto Brillouin en el medio por el que se propaga. Por ejemplo, en fibras ópticas monomodo convencionales este valor es del orden de milivatios, dependiendo de la longitud de fibra.

iii. Si el dispositivo de invención usa el efecto de Brillouin espontáneo, la señal de prueba puede no ser empleada en el correcto funcionamiento del dispositivo.

iv. Las señales ópticas pueden ser sintonizables; es decir, que su longitud de onda puede variar en el rango de operación de los distintos dispositivos ópticos empleados en la realización.

v. Las fuentes ópticas deben estar protegidas por posibles retro-dispersiones que interfieran en la generación del efecto Brillouin y daños en las fuentes.

El dispositivo óptico (25) debe permitir la entrada de las señales ópticas al dispositivo de invención (26) y recibir la señal de dispersión (24). Como ejemplos de dispositivo (25) se tienen: circuladores ópticos, acopladores ópticos o multiplexores de longitud de onda (WDM 40 de sus siglas en inglés).

Respecto al dispositivo de invención (26) debe tener las siguientes características:

i. Guías de onda ópticas con longitudes suficientes para la generación del efecto Brillouin, y/o la suficiente potencia para generar el mismo.

ii. La longitud de la guía de onda óptica no necesariamente debe ser igual para todas las fibras.

iii. Las guías de onda ópticas deben estar conectadas ópticamente (30).

iv. La temperatura del medio material donde se presenta el fenómeno de Brillouin debe estar regulada y controlada para evitar desplazamientos no deseados en la frecuencia central de la curva de ganancia de Brillouin.

v. La temperatura se puede controlar (33) con el fin de conformar el espectro de ganancia Brillouin deseado.

vi. La tensión longitudinal aplicada sobre el medio material, debe estar regulada y controlada con el fin de evitar desplazamientos no deseados en la frecuencia central de la curva de ganancia de Brillouin (34).

vii. La tensión aplicada sobre el medio se puede controlar (34) con el fin de conformar el espectro de ganancia Brillouin deseado.

viii. La polarización del campo óptico que entra y sale debe ser controlada y maximizada con el fin de obtener un valor eficiente de ganancia de Brillouin, dado que este fenómeno es dependiente de la polarización.

Se presentan formas básicas posibles para la realización del dispositivo de invención, que dan lugar a variaciones o mezclas como resultado de las combinaciones de estas estructuras básicas.

Un posible ejemplo de cómo se podría ubicar el dispositivo de invención es mostrado en la figura 7. Esta realización es un caso particular para explotar el efecto Brillouin estimulado. El montaje experimental está constituido por: un diodo láser (35) donde se generan las señales ópticas de bombeo y prueba, un modulador electro-óptico del tipo Mach-Zehnder (x-cut) (36), la separación entre las señales de bombeo y prueba está dada por un generador de señales eléctricas (37) y controlada por el voltaje continuo bias (38). Las señales ópticas son amplificadas usando un amplificador óptico de erbio (39). El dispositivo de invención (26) está compuesto por 4 fibras ópticas con una longitud L, concatenadas por medio de fusiones ópticas. La señal óptica retrodispersada es convertida en una señal eléctrica usando un fotodiodo (41) y es medida usando detección heterodina (42).

El montaje experimental de la figura 7 es usado para mostrar la curva de ganancia Brillouin global del dispositivo de invención aquí implementado. Dicha curva es mostrada en la figura 8.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Técnica y dispositivo para la conformación del espectro de ganancia Brillouin, que comprende N segmentos concatenados de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas (Figura 4.1).
- 10 2. Técnica y dispositivo para la conformación del espectro de ganancia Brillouin, que comprende un dispositivo de encaminamiento óptico $1 \times N$ (31) a la entrada, un dispositivo de encaminamiento óptico $N \times 1$ a la salida (32) y N segmentos de guía-ondas ópticas (29) de distintas características técnicas conectados cada uno entre una de la N salidas del dispositivo de encaminamiento óptico de entrada y una de las N entradas del dispositivo de encaminamiento óptico de salida consiguiendo un espectro de dispersión Brillouin ensanchado (Figura 4.2).
- 15 3. Técnica y dispositivo para la conformación del espectro de ganancia Brillouin, que comprende un dispositivo de encaminamiento óptico $1 \times N$ (31) a la entrada/salida, y N segmentos de guía-ondas ópticas (32) de distintas características técnicas formando un dispositivo de una entrada/salida y N salidas/entradas (Figura 4.2 derecha).
- 20 4. Técnica y dispositivo para la conformación del espectro de ganancia Brillouin, que comprende un dispositivo de encaminamiento óptico $1 \times N$ (31) a la entrada, un dispositivo de encaminamiento óptico $N \times 1$ a la salida (32) y N dispositivos según reivindicación 1 que comprende 2 y/o más guía-ondas ópticas concatenadas formando un dispositivo una entrada/salida y una salida/entrada.
- 25 5. Técnica y dispositivo para la conformación del espectro de ganancia Brillouin, que comprende un dispositivo de encaminamiento óptico $1 \times N$ (31) a la entrada/salida, y N dispositivos según reivindicación 1 que comprende 2 y/o más guía-ondas ópticas concatenadas formando un dispositivo una entrada/salida y N salidas/entradas.
- 30 6. Dispositivos para la conformación del espectro de ganancia Brillouin contruidos como asociaciones serie, paralelo o ambas, de las técnicas y dispositivos según reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5.
7. Técnica y dispositivo según reivindicación 1, **caracterizado** por tramos de guía-ondas ópticas de idéntica o distinta longitud.
8. Técnica y dispositivo según reivindicación 2, **caracterizado** por tramos de guía-ondas ópticas de idéntica o distinta longitud.
- 35 9. Técnica y dispositivo según reivindicación 3, **caracterizado** por tramos de guía-ondas ópticas de idéntica o distinta longitud.
- 40 10. Técnica y dispositivo según reivindicación 1 **caracterizado** por uno o varios elementos de tensión y/o compresión de guía-onda asociados a uno o varios tramos de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas para poder desplazar el espectro correspondiente a la técnica y el dispositivo según reivindicación 1.
- 45 11. Técnica y dispositivo según reivindicación 2, 4 **caracterizado** por uno o varios elementos de tensión y/o compresión de guía-onda asociados a uno o varios tramos de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas para poder desplazar el espectro correspondiente a la técnica y el dispositivo según reivindicación 2, 4.
- 50 12. Técnica y dispositivo según reivindicación 3, 5 **caracterizado** por uno o varios elementos de tensión y/o compresión de guía-onda asociados a uno o varios tramos de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas para poder desplazar el espectro correspondiente a la técnica y el dispositivo según reivindicación 3, 5.
- 55 13. Técnica y dispositivo según reivindicación 1 **caracterizado** por uno o varios sistemas de calentamiento o enfriamiento asociados a uno o varios tramos de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas para poder desplazar el espectro correspondiente a la técnica y el dispositivo según reivindicación 1.
14. Técnica y dispositivo según reivindicación 2, 4 **caracterizado** por uno o varios sistemas de calentamiento o enfriamiento asociados a uno o varios tramos de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas para poder desplazar el espectro correspondiente a la técnica y el dispositivo según reivindicación 2, 4.
- 60 15. Técnica y dispositivo según reivindicación 3, 5 **caracterizado** por uno o varios sistemas de calentamiento o enfriamiento asociados a uno o varios tramos de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas para poder desplazar el espectro correspondiente a la técnica y el dispositivo según reivindicación 3, 5.
16. Técnica **caracterizada** por la utilización de fuentes de bombeo sintonizables que permitan desplazar de forma absoluta el espectro del dispositivo según reivindicación 1.
- 65 17. Técnica **caracterizado** por la utilización de fuentes de bombeo sintonizables que permitan desplazar el espectro del dispositivo según reivindicación 2, 4.

ES 2 323 565 A1

18. Técnica **caracterizado** por la utilización de fuentes de bombeo sintonizables que permitan desplazar el espectro del dispositivo según reivindicación 3, 5.

5 19. Procedimiento de filtrado selectivo de señales ópticas utilizando las técnicas y dispositivos de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5 y de las asociaciones de dispositivo de invención descritas en la reivindicación 6.

10 20. Técnicas de procesado óptico de señales basados en bandas de paso o rechazo de bandas de frecuencia generadas utilizando las técnicas y dispositivos de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, y de las asociaciones de dispositivo de invención descritas en la reivindicación 6.

15 21. Técnicas de procesado óptico de señales basados en la modulación del espectro de ganancia Brillouin de los dispositivos según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, y las asociaciones de dispositivo de invención descritas en la reivindicación 6 mediante la aplicación de señales variables a los elementos de tensionado y/o compresión de la guía-onda según reivindicaciones 10, 11 y 12.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Figura 1.

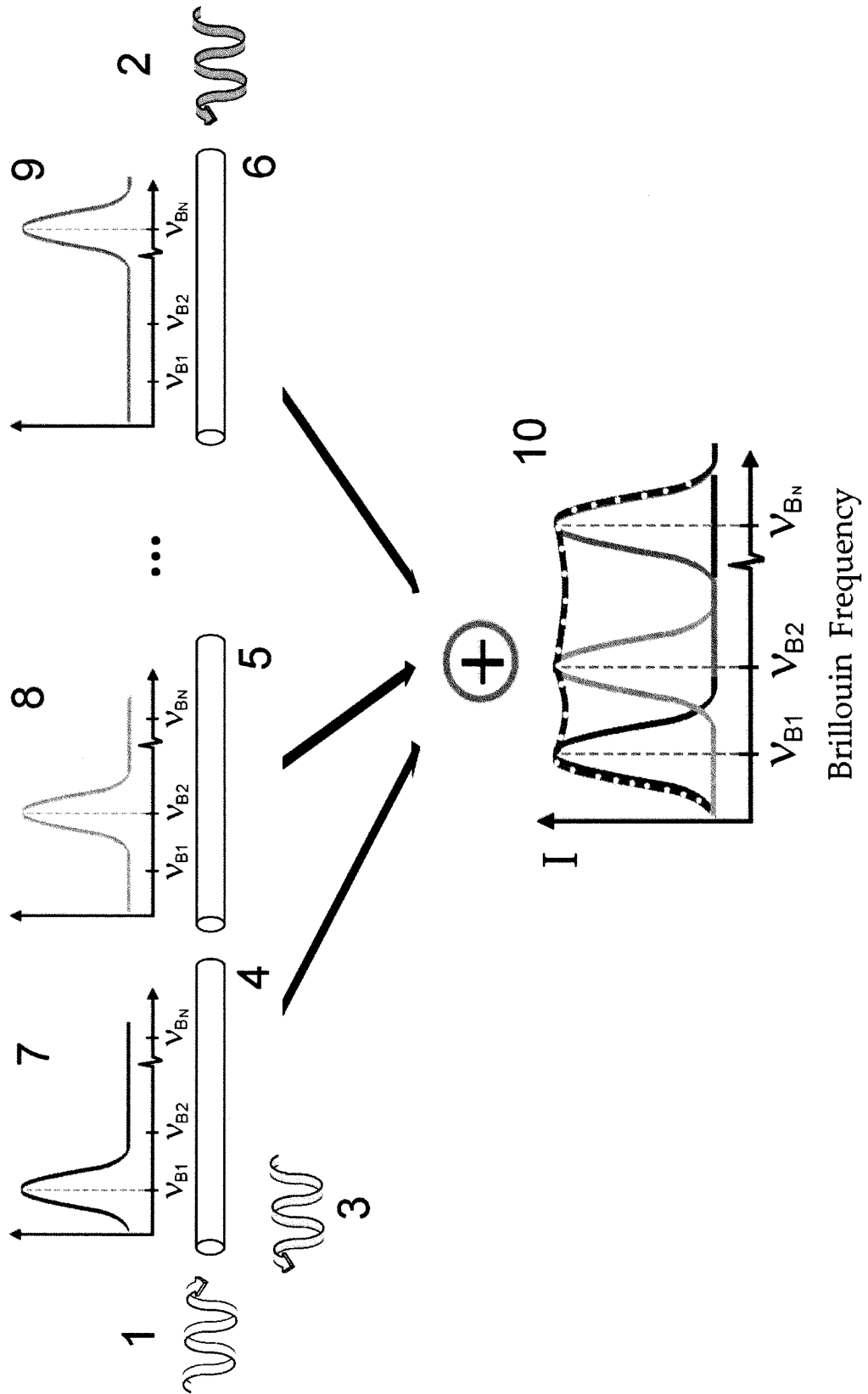


Figura 2.

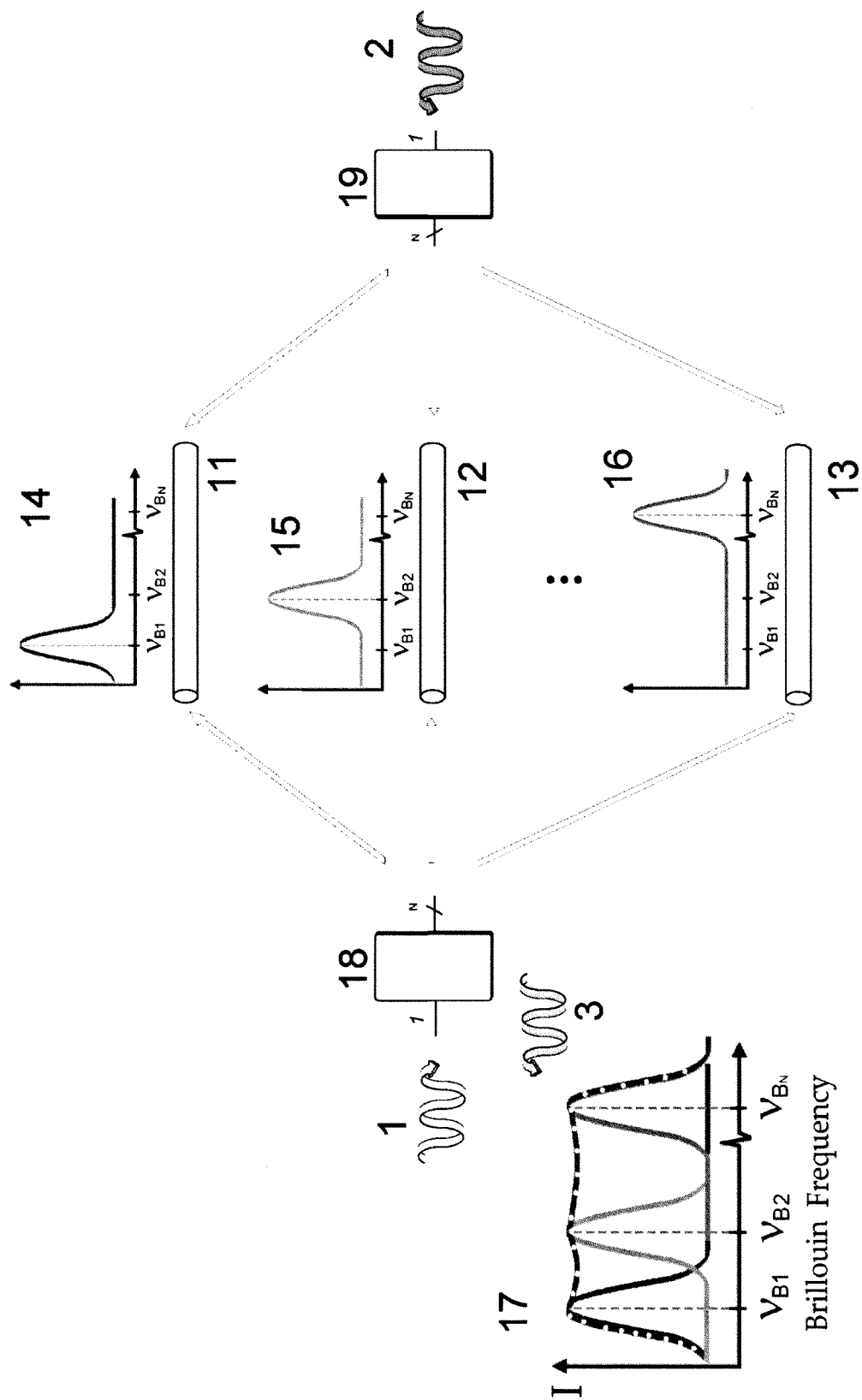


Figura 3.1

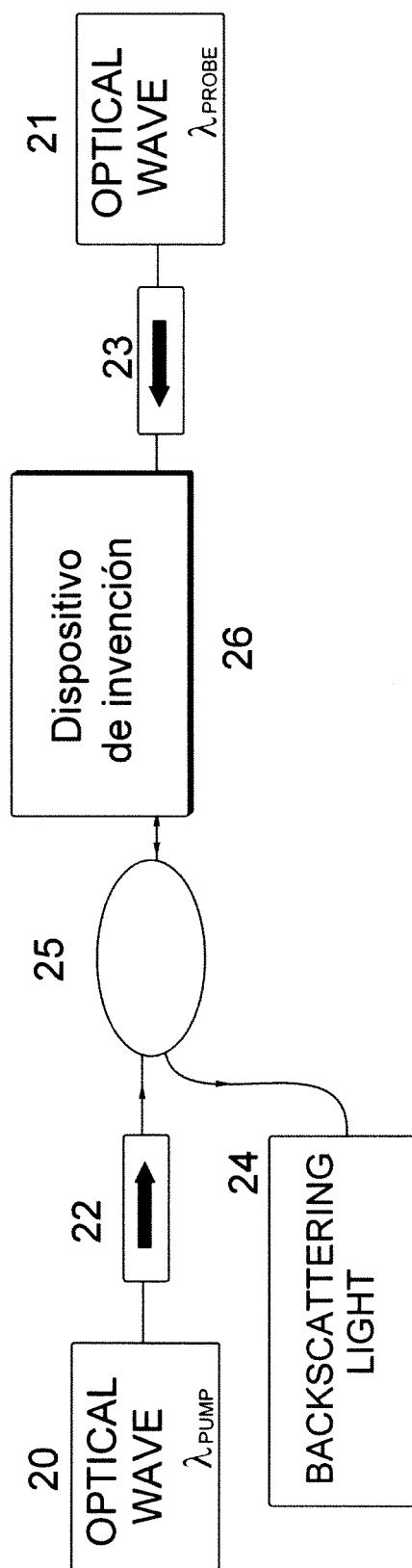


Figura 3.2

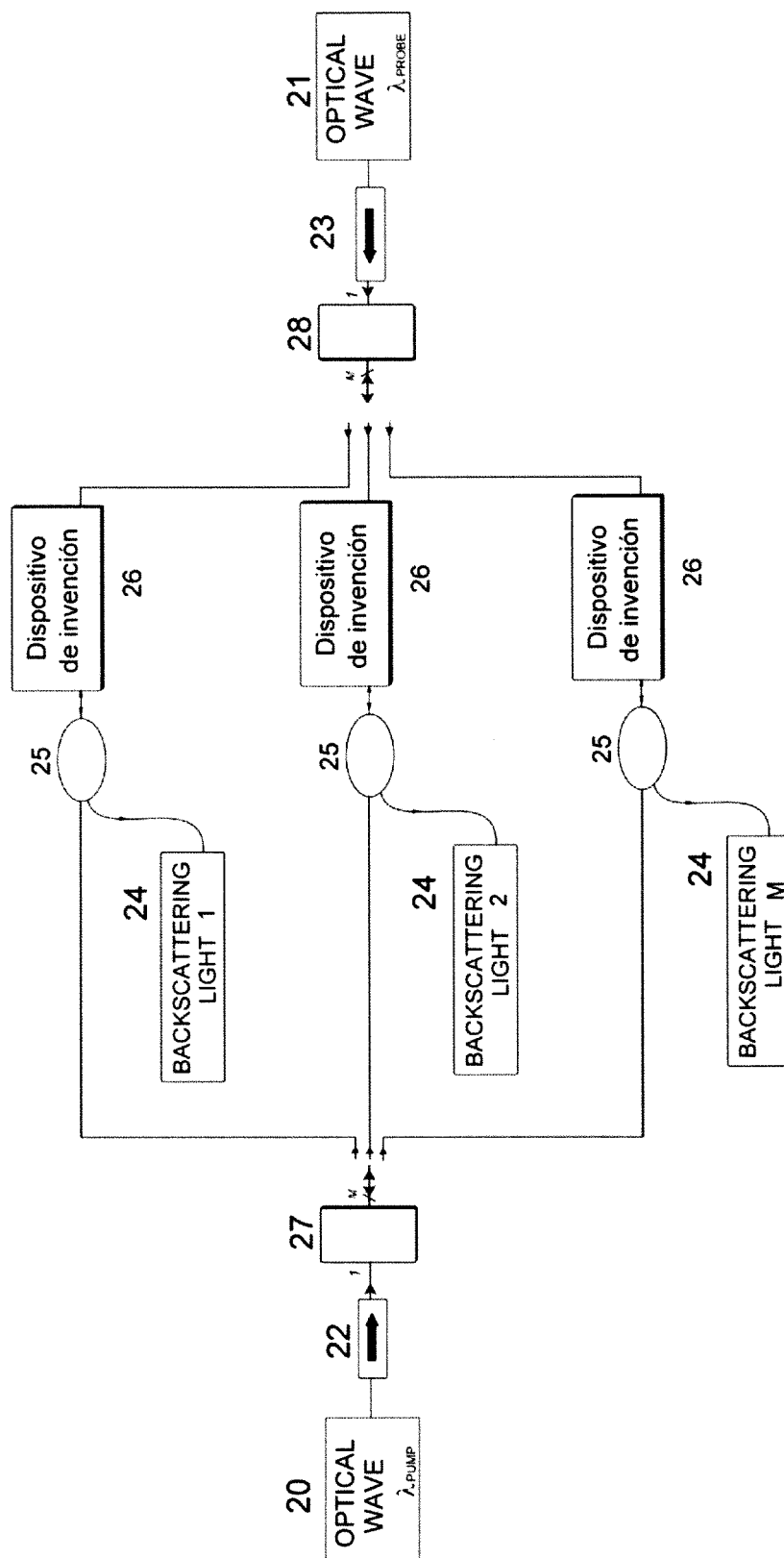


Figura 4.1.

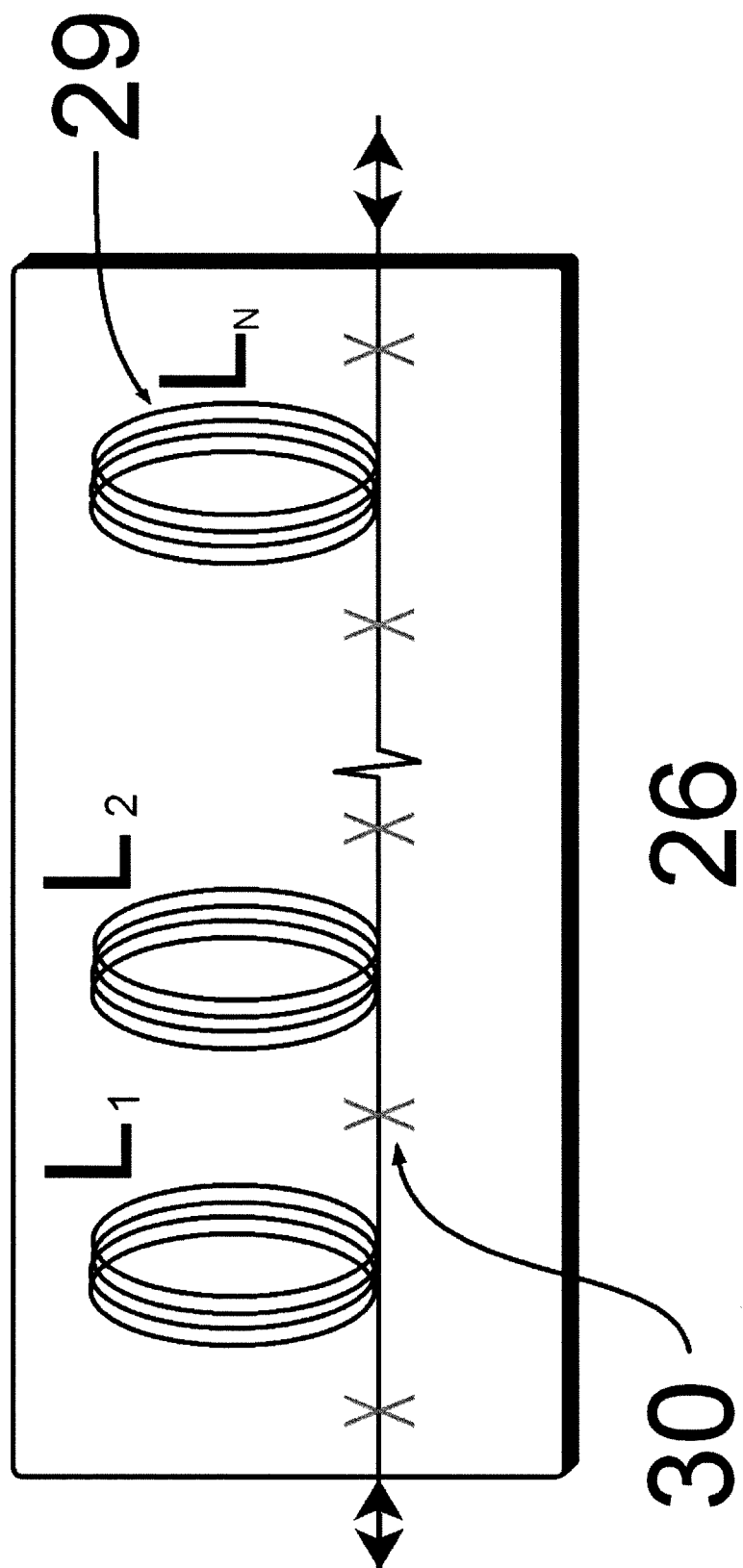


Figura 4.2.

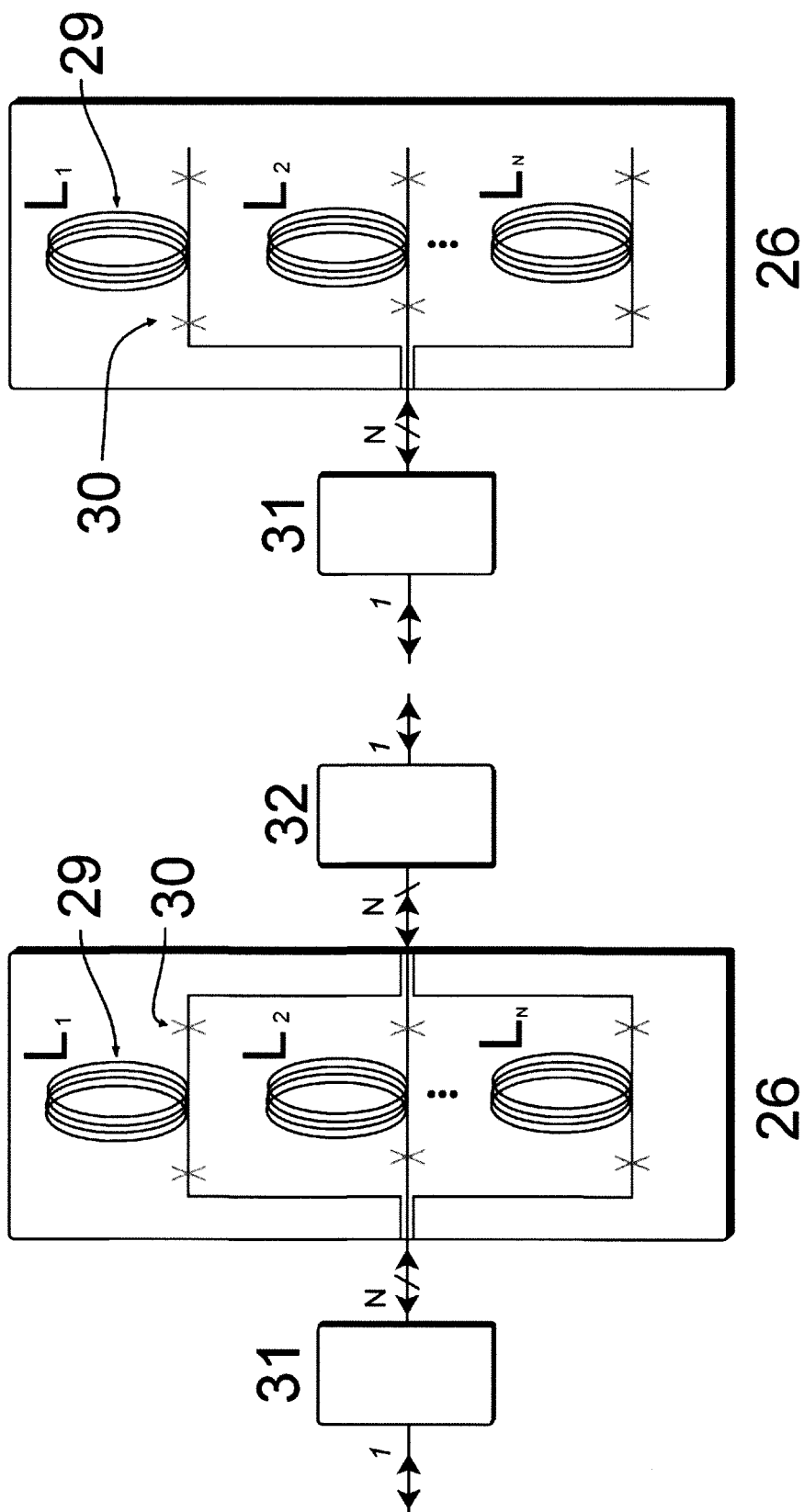
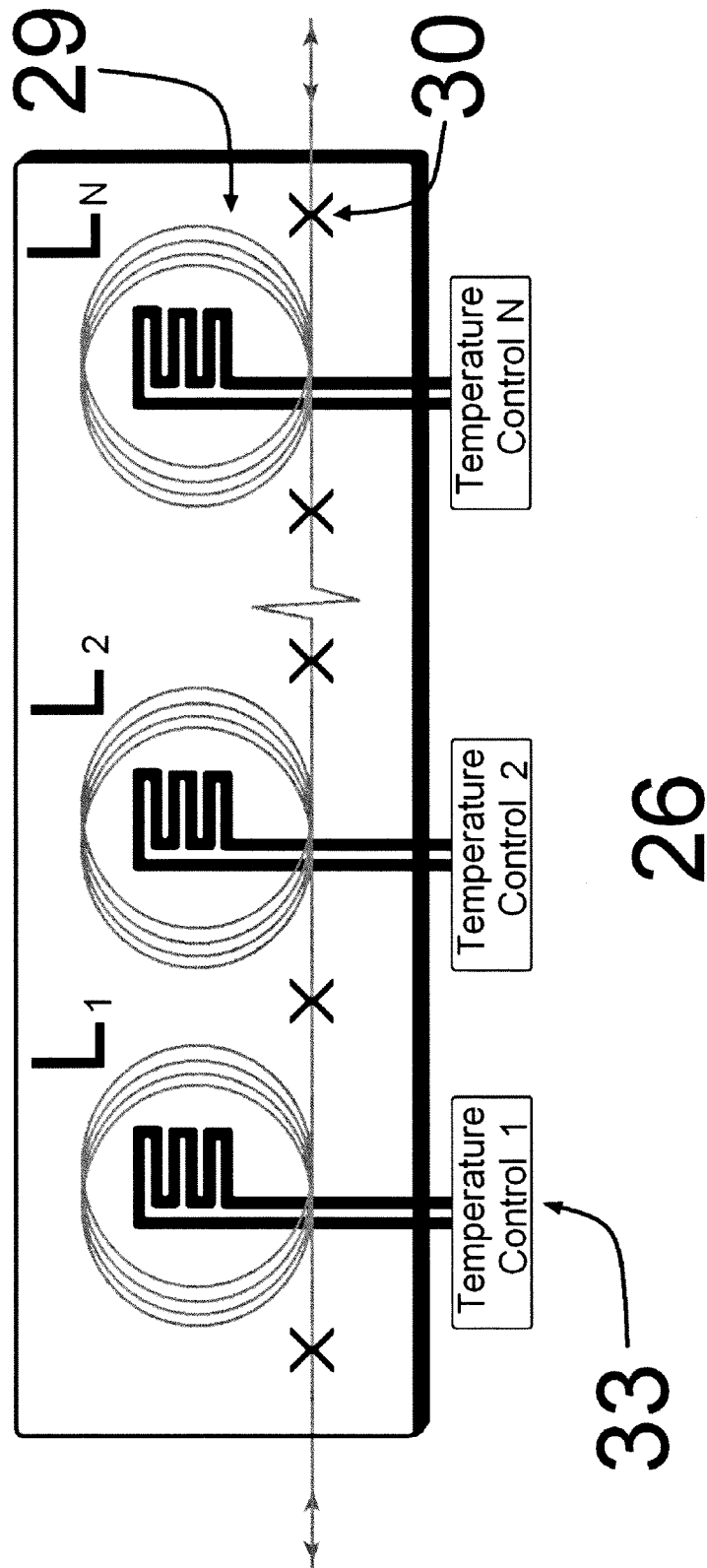


Figura 5.1.



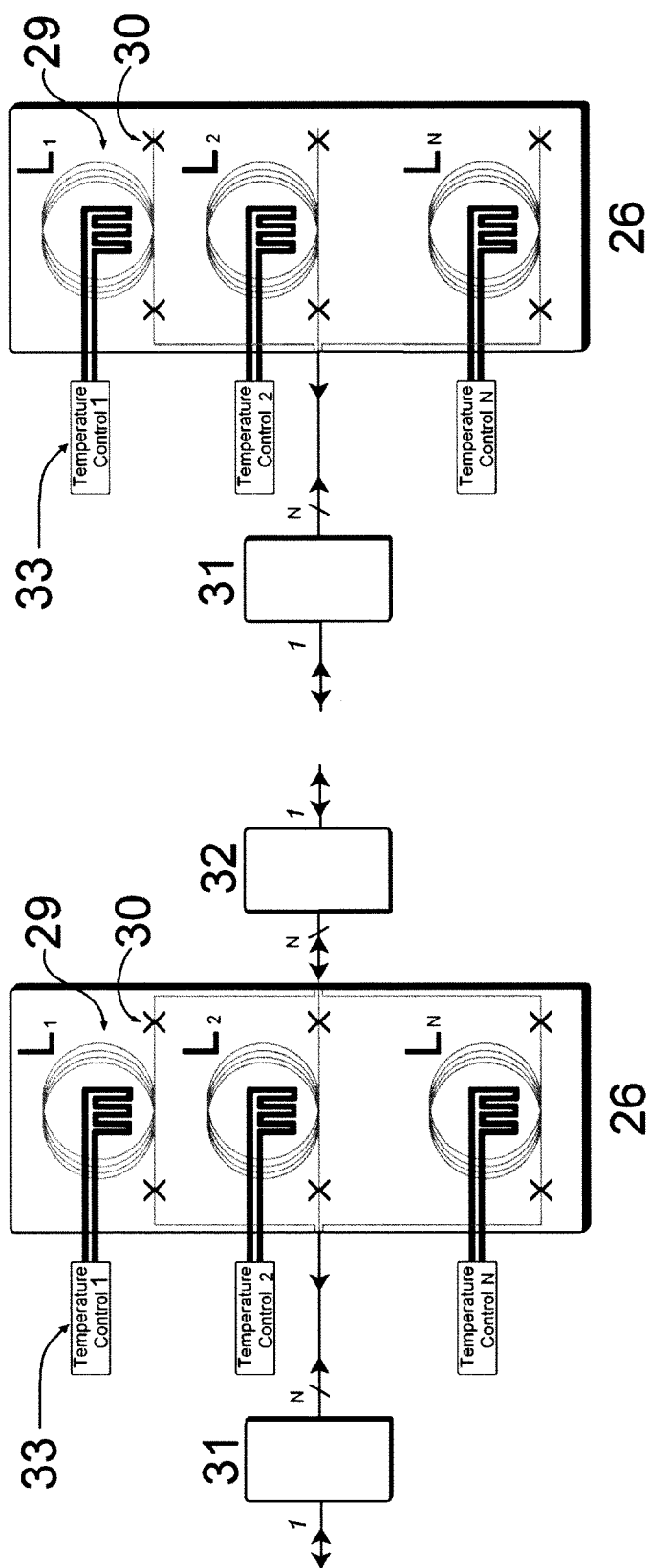


Figura 5.2.

Figura 6.1.

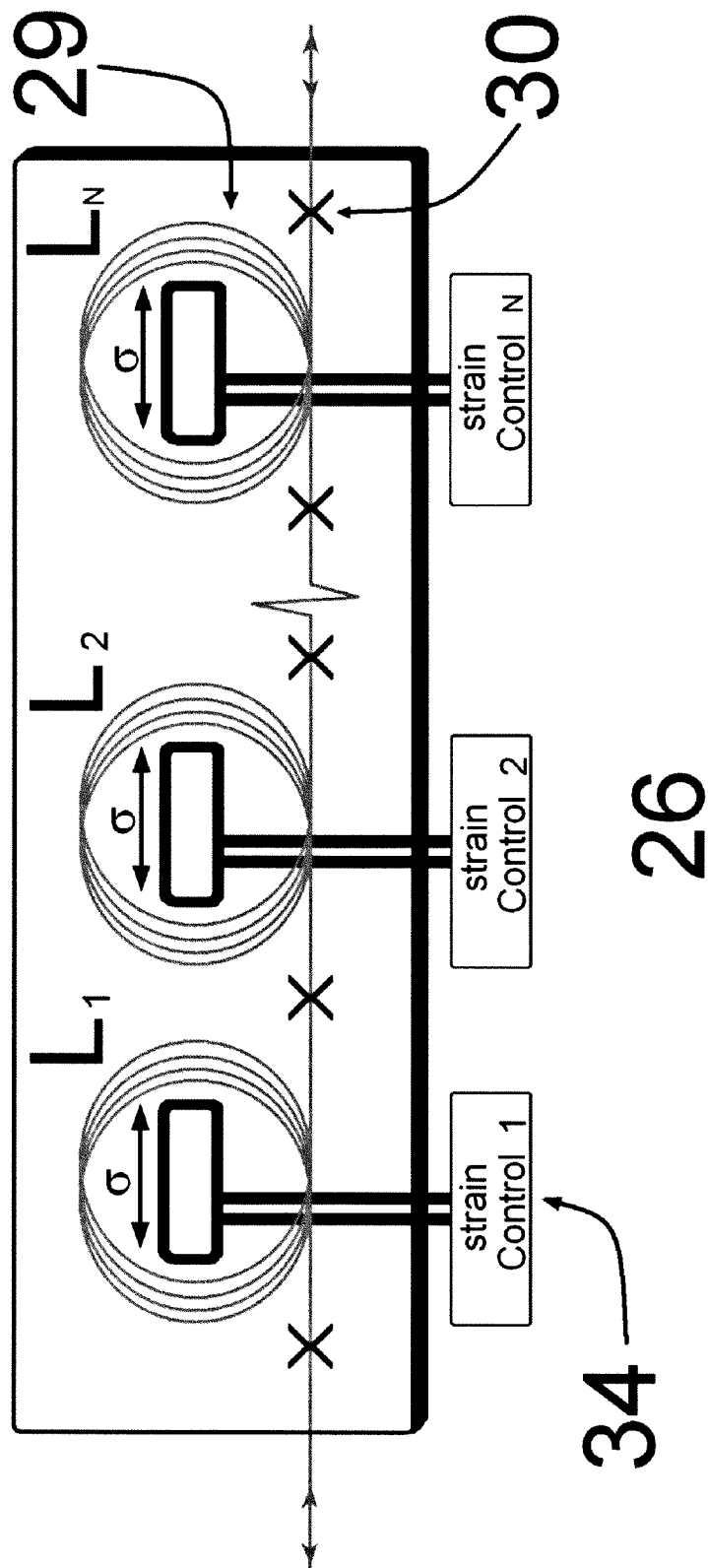


Figura 6.2.

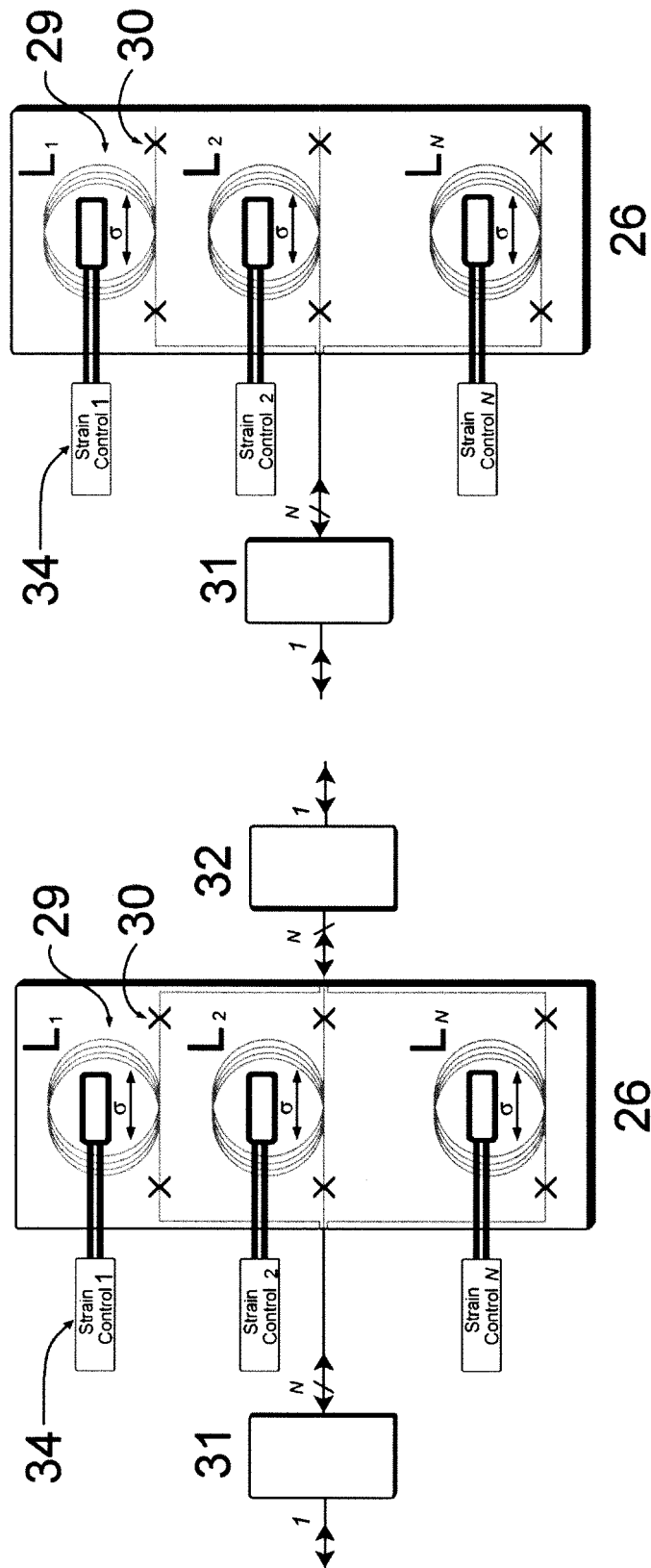


Figura 7.

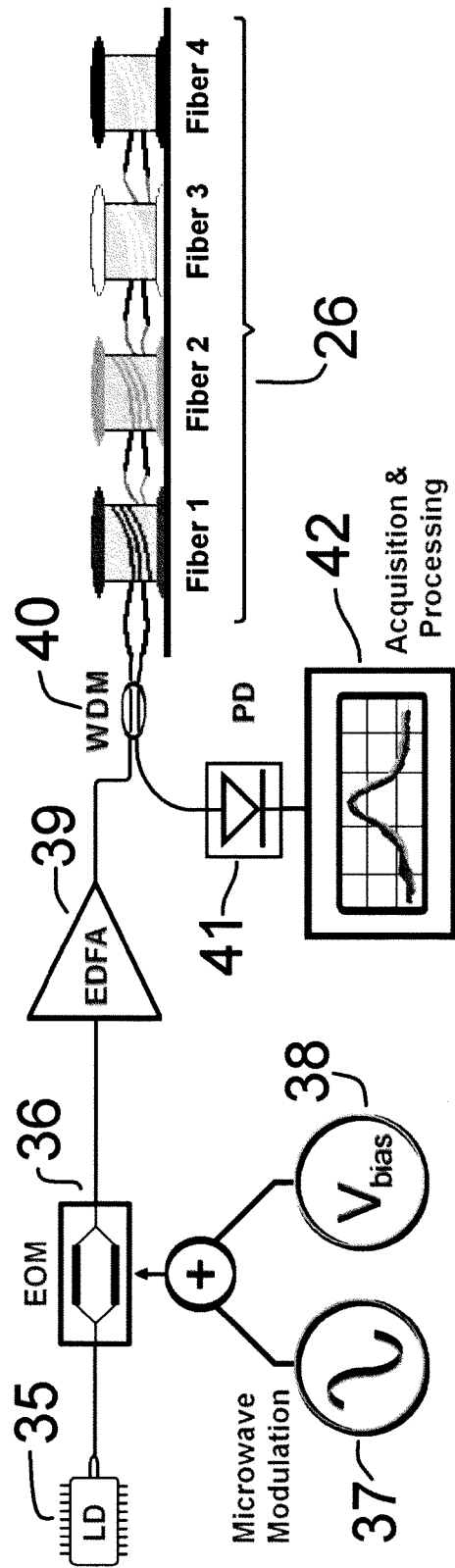
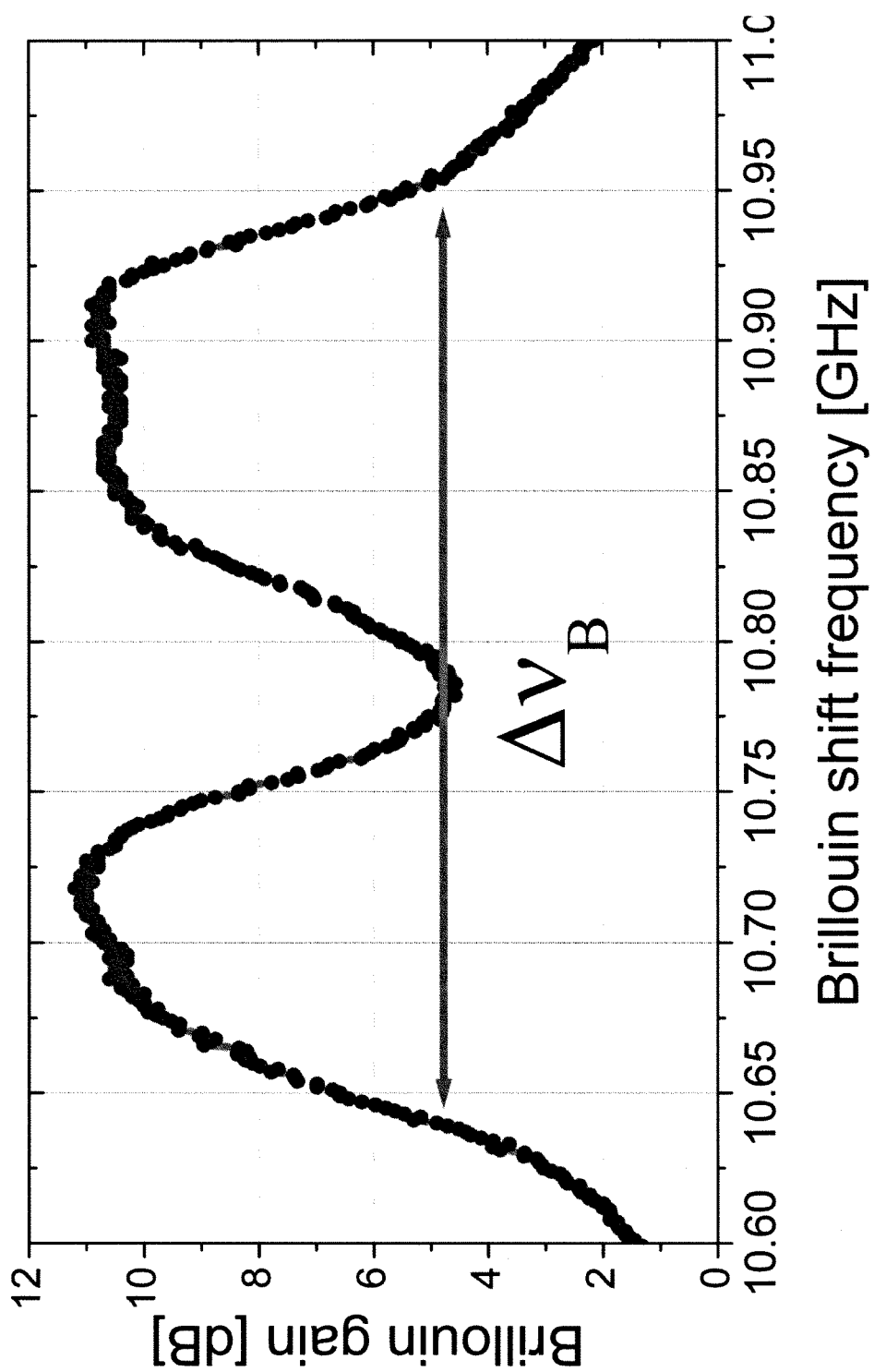


Figura 8.





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 323 565

⑫ Nº de solicitud: 200900579

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 25.02.2009

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: G01J 3/44 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	ES 2207417 A1 (FIBERCOM) 16.05.2004, todo el documento.	1-21
A	EP 1199549 A1 (ACTERNA ENINGEN GMBH) 24.04.2002, todo el documento.	1-21
A	US 20050078316 A1 (ERLEND RONNEKLEIV et al.) 14.04.2005, todo el documento.	1-21
A	US 5208881 A (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 04.04.1993, todo el documento.	1-21
A	US 20060188267 A1 (PAVLE GAVRILOVIC et al.) 24.08.2006, todo el documento.	1-21
A	WO 2008055461 A2 (DEUTSCHE TELEKOM AG) 15.05.2008, todo el documento.	1-21
A	WO 2008108140 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD) 12.09.2008, todo el documento.	1-21

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

29.06.2009

Examinador

G. Foncillas Garrido

Página

1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.06.2009

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-21	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-21	SÍ
	Reivindicaciones		NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	ES 2207417 A1	16-05-2004

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención se basa en conectar óptimamente varios segmentos de guías de onda óptica (fibras) para obtener el espectro de ganancia de Brillouin. Dichas guías de onda pueden tener diferentes propiedades y se utilizan concatenadas en línea (serie) o en estrella (paralelo). En todas ellas, son bombeadas con la/s misma/s fuente/s de bombeo como técnica para conformar la respuesta espectral de Brillouin del conjunto de guías de onda que constituyen el objeto de la invención. La invención consiste en superponer espectros de ganancia de Brillouin, perteneciendo cada espectro a un segmento de fibra óptica cuyas características son diferentes unas de las otras, de esta forma se obtiene un espectro ensanchado.

El sistema comprende N segmentos concatenados de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas así como su incorporación a un dispositivo de encaminamiento óptico ($1 \times N$) a la entrada, otro a la salida y N segmentos de guía-ondas ópticas de distintas características técnicas conectados cada uno entre la entrada y la salida.

El documento mas próximo al objeto de la invención es D01, dicho documento presenta un dispositivo analizador de espectros ópticos por difusión Brillouin así como el procedimiento de medida asociado. Dicho efecto de difusión permite la amplificación óptica selectiva de una determinada componente del espectro óptico de la señal a analizar. En el sistema se combina dicha amplificación con la selectividad espectral que proporciona el propio espectro de difusión como consecuencia de la estrechez de la curva de ganancia Brillouin en una fibra óptica.

La diferencia de la presente solicitud con D01 se basa en introducir N (N mayor de 2) segmentos de guía-ondas ópticas concatenados en un dispositivo de encaminamiento óptico en la entrada y en la salida.

Dicha diferencia permite como se indica arriba obtener un espectro de dispersión Brillouin ensanchado. La solución a dicho problema técnico radica en la superposición de todas las ganancias del conjunto de guía concatenadas.

No se considera obvio para un experto en la materia el objeto de invención de la presente solicitud, por todo lo dicho el sistema es nuevo (Artículo 6 LP).